



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 446 794 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91103540.0**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **G01N 21/85, G01N 21/31**

22 Anmeldetag: **08.03.91**

30 Priorität: **15.03.90 DE 4008279**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.09.91 Patentblatt 91/38**

94 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK FR GB IT NL SE**

71 Anmelder: **KERNFORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE GMBH  
Weberstrasse 5 Postfach 3640  
W-7500 Karlsruhe 1(DE)**

Anmelder: **Probat-Werke von Gimborn GmbH  
& Co. KG  
Reeser Strasse 94  
W-4240 Emmerich 1(DE)**

72 Erfinder: **Rapp, Wilhelm  
Im Jüden 44a  
W-7520 Bruchsal 4(DE)**

54 Verfahren zur in-situ-Überwachung der Oberflächenfeuchte von bewegten Kaffeebohnen.

57 Die Intensität reflektierten Lichts von der Oberfläche gerade röstender Kaffeebohnen wird einerseits bei zwei Wellenlängen, die noch von Wasser absorbiert werden und andererseits bei zwei Wellenlängen, wovon nur eine von Wasser absorbiert wird, die andere nicht, ständig gemessen. Im ersten Fall wird der Röstgrad (Farbe) des Röstgutes gemessen, dadurch gesteuert und ggf. beendet, falls die durch ein Farbnormale vorgegebene Färbung erreicht ist. Im zweiten Fall wird zunächst die Oberflächenfeuchte an der Oberfläche der Kaffeebohnen gemessen und dann unmittelbar nach der Röstung die vorgegebene Befeuchtung unter Berücksichtigung der Farbänderung (Dunklerwerden) durchgeführt. Somit entfallen Proberöstungen und experimentelle Bestimmung der zuzusetzenden Wassermenge.

EP 0 446 794 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, geröstete Kaffeebohnen gezielt zu befeuchten.

Derartige Verfahren dienen dazu, nachdem die Röstung der Kaffeebohnen überwacht, gesteuert und nach Erreichen des vorgegebenen Röstgrads beendnet wurde, zur vollen Entfaltung des Kaffeearomas den gerösteten Kaffeebohnen ein vorgegebenes Maß an Feuchtigkeit beizugeben. Von Gesetzeswegen ist der Feuchtegehalt gerösteter Kaffeebohnen allerdings begrenzt.

In der US-PS 4,097,743 wird ein Gerät und ein Verfahren zur Bestimmung des Feuchtegehaltes eines Prüflings beschrieben. Die wesentlichen Teile des Apparates sind Lichtquelle, Chopperrad. Durch das Chopperrad wird abwechselnd der Meß- und Referenzstrahl erzeugt. Die Messung geschieht schließlich auf absorptionsoptischen Prinzipien. Der Nachteil besteht in den abwechselnden Detektion der Meß- bzw. Referenzstrahlen.

Die DE-OS 31 49 869 beschreibt eine Vorrichtung zur Feuchtebestimmung mit Hilfe des Lichts zweier Infrarotlumineszenzdioden. Davon emittiert eine Diode eine Meßwellenlänge, die in Wasser absorbiert wird, die andere eine Referenzwellenlänge, die keine oder nur wenig Absorption in Wasser erfährt. Die Referenzwellenlänge und die vom Prüfling reflektierte Intensität der Meßwellenlänge wird abwechselnd gemessen. Dadurch ist in der Signalweiterverarbeitung eine Art sample-and-hold-Betrieb notwendig. Der Nachteil ist entsprechend dem aus der oben zitierten US-PS 4,097,743. Darüber hinaus ist nur eine begrenzte Wahl der Meßwellenlängenbereiche möglich.

Eine robuste Vorrichtung zur periodischen Erfassung des Wassergehaltes laufender Bandgüter mittels Absorptionsvergleichsmessung infraroter Strahlung wird in der DD-PS 253 877 beschrieben.

In der DE-OS 36 01 931 schließlich wird eine Anordnung zur kontinuierlichen Feuchtemessung von Holzpartikeln nach dem Infrarot-Reflexionsmeßprinzip vorgestellt.

Eine Röstmaschine ist in der DE-OS 29 41 201 offengelegt. Das eine Hauptbrennkammer verlassende heiße Abgase erwärmt über einen Wärmeaustauscher Frischgas vor dem Eintritt in die Hauptbrennkammer. Neben der Röstung des Röstgutes kann dem Frischgas vor dem Eintritt in die Hauptbrennkammer noch fein verteilt Wasser über eine Befeuchtungseinrichtung zugesetzt werden.

Bekannt ist auch ein Verfahren zur in-situ-Überwachung des Röstgrades bewegter Kaffeebohnen aus der DE-PS 37 20 388. Die Röstung wird überwacht, gesteuert und nach Erreichen des vorgegebenen Röstgrades beendet. Unmittelbar nach Entnahme der gerösteten Kaffeebohnen aus dem Röstofen wird die Charge auf einer Vorrichtung im Ruhezustand mit einer bestimmten Menge Wasser besprüht. Die Wassermenge zur Befeuchtung wird

aus einer Probe davon nach und nach ermittelt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das unter Berücksichtigung der Farbänderung des Röstgutes während der Oberflächenbefeuchtung die genaue Wassermengenzusatz zur Befeuchtung der sich im Röstofen rasch bewegenden, unmittelbar zuvor gerösteten Kaffeebohnen überwacht, steuert und nach Erreichen des vorgegebenen Oberflächenbefeuchtungsgrades den Vorgang beendet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Verfahrensanspruchs 1 gelöst. Die weiteren Ansprüche beschreiben vorteilhafte Schritte zur Durchführung des Verfahrens.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, daß auf bisher unumgängliche Proberöstungen, wie in der DE-OS 37 20 288 beschrieben, zur Ermittlung des Feuchtegehaltes von Kaffeebohnen verzichtet werden kann. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird durch kontinuierliches Messen des Röstgrades und der vorhandenen Oberflächenfeuchte auf der Kaffeebohnenoberfläche die gezielte Feindosierung der zugegebenen Wassermenge bei der unmittelbar sich an die Röstung anschließenden Oberflächenbefeuchtung des bewegten Röstgutes erst durchführbar. Die Farbänderung (Dunklerwerden) des Röstgutes während des Befeuchtens wird ebenfalls kontinuierlich gemessen und in einem Rechner ausgewertet. Der Prozeß wird dementsprechend gesteuert oder gegebenenfalls beendet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1

Schematischer Aufbau einer Einrichtung zur Überwachung des Röstgrades und der Oberflächenfeuchte von bewegten Kaffeebohnen.

Fig. 2

Reflektionsspektrum trockener gerösteter und befeuchteter gerösteter, Kaffeebohnen.

Fig. 3

Der Logarithmus des Quotienten aus der Intensität bei 1450 nm und 1040 nm in Abhängigkeit der prozentualen Feuchte.

Figur 1 zeigt den schematischen Aufbau zur Durchführung des Röstverfahrens und des Befeuchtungsverfahrens unter Berücksichtigung der Farbänderung (Dunklerwerden).

Während des Röstvorgangs befinden sich die Kaffeebohnen 1 in einer schnellen Umlaufbewegung im Röstofen 2. An einem Umlenkpunkt befindet sich in der Gehäusewand 3 des Röstofens 2 eine Öffnung 4, durch welche die rasch sich daran vorbeigewegenden Kaffeebohnen 1 beobachtet werden. Mit einer Lichtquelle 5 wird durch diese Öffnung 4 Licht auf die Kaffeebohnen eingestrahlt.

Die Öffnung 4 wird auf die Stirnfläche 8 eines Lichtleiters 7 abgebildet. Die Fasern des Lichtleiters 7 sind statistisch gemischt, so daß an der der Öffnung 4 abgewandten Stirnfläche 9 des Lichtleiters 7 ein örtlich zerstörtes Bild der Öffnung 4 erscheint, d. h. die Intensität des von der Öffnung 4 reflektierten Lichts wird über den Lichtleiterquerschnitt an der Stirnfläche 9 gleichverteilt.

Das Bild der der Öffnung 4 abgewandten Stirnfläche 9 wird schließlich dem Quotientenmodul 10 zugeführt. In ihm wird das Licht von dem zerstörten Bild der Öffnung 4 über Interferenzfilter in drei räumlich getrennte Teilstrahlen mit den jeweiligen Wellenlängenbereichen z. B. 920, 1040 und 1450 nm aufgeteilt und entsprechend der Wellenlänge lichtempfindlichen Photodioden zugeführt. In den Dioden wird dadurch ein der Intensität proportionales elektrisches Signal  $I_1$ ,  $I_2$  bzw.  $I_3$  erzeugt und Logarithmieren zugeführt.

Die Differenz  $Q_1$  aus dem logarithmierten Signal  $I_1$ , das von der kleinen, nicht von Wasser absorbierten Wellenlänge  $\lambda_k$  hervorgerufen wird und dem logarithmierten Signal  $I_2$ , von der mittleren, ebenfalls nicht vom Wasser absorbierten Wellenlänge  $\lambda_m$  hervorgerufen, ergibt ein Maß für den Röstgrad, d. h. der Farbe der gerade gerösteten Kaffeebohnen. Die Kalibrierung des Farbsignals erfolgt in regelmäßigen Zeitabständen über ein in den Strahlengang eingeblendetes Farbnormale 19. Das Farbnormale 19 kann z. B. ein Emailstück sein. Die Differenz  $Q_2$  aus dem logarithmierten Signal  $I_2$  und dem logarithmierten Signal  $I_3$  der stark vom Wasser absorbierten Wellenlänge  $\lambda_g$  ist ein Maß für die restliche Oberflächenfeuchte der Kaffeebohnen während des Röstens. Nach dem Röstvorgang (bei ca. 400° C), unmittelbar vor dem Befeuchten enthalten die Kaffeebohnen nur noch eine minimale Restfeuchte. Die daher detektierte restliche Oberflächenfeuchte dient als Maß zur Feinregulierung der anschließenden Befeuchtung der im Röstofen bewegten Kaffeebohnen. Durch die weitere, kontinuierliche Überwachung der Farbänderung während des Befeuchtens, und durch die Kenntnis des gesamten spektralen Reflexionsverlaufes (siehe Fig. 2) der Bohnenoberfläche, läßt sich die Verfälschung des teilweise wasserabsorptionsabhängigen Quotienten korrigieren.

Ein an die Analogelektronik angeschlossener Rechner 16 verarbeitet programmgemäß das Farbsignal  $Q_1$  und das Feuchtesignal  $Q_2$  für die Überwachung, Steuerung und Beendigung des Röstvorganges und des unmittelbar sich anschließenden Befeuchtungsvorganges der sich im Röstofen bewegenden Kaffeebohnen.

In Figur 2 ist das Reflexionsspektrum dargestellt. Die obere Kurve 17 zeigt den spektralen Reflexionsverlauf in Prozent für gerösteten Kaffee. Die untere Kurve 18 zeigt den spektralen Verlauf

für den befeuchteten Kaffee. Im Bereich der Wellenlängen ( $\lambda_k \leq \lambda \leq \lambda_m$ ), in dem Wasser nicht oder zumindest nur vernachlässigbar absorbiert wird, ist die Reflexionsänderung für getrocknete als auch an der Oberfläche feuchte Kaffeebohnen gleich, dagegen nicht im Bereich ( $\lambda_m \leq \lambda \leq \lambda_g$ ) der mittleren, nicht vom Wasser absorbierten Wellenlänge  $\lambda_m$  und der stark vom Wasser absorbierten, oberen Wellenlänge. Die Verfälschung des wasserabsorptionsabhängigen Quotienten  $Q_2$  läßt sich somit erfassen und daher berücksichtigen.

In Figur 3 ist der Verlauf des Feuchtesignals  $Q_2$  in Abhängigkeit der prozentualen Feuchte der Kaffeebohnen dargestellt.

Das Dunklerwerden durch zunehmende Feuchte drückt sich darin aus. Letztlich bedeutet es abnehmende Lichtreflektion an der Kaffeebohnenoberfläche mit zunehmender Feuchte. Dieser Effekt zeigt sich z. B. auch an Sand oder Stein mit zunehmender Befeuchtung.

#### Bezugszeichenliste

	1	Kaffeebohnen
	2	Röstofen
	3	Gehäusewand
	4	Öffnung
	5	Lichtquelle
	6	Optik
	7	Lichtleiter
	8	der Öffnung 4 zugewandte Stirnfläche
	9	der Öffnung 4 zugewandte Stirnfläche
	10	Quotientenmodul
	11	Logarithmus
	12	Logarithmus
	13	Logarithmus
	14	Differenzbildner für Farbe
	15	Differenzbildner für Feuchte
	16	Rechner
	17	obere Kurve
	19	Farbnormale
	18	untere Kurve
	$I_1$	Signal von $\lambda_{\text{klein}}$
	$I_2$	Signal von $\lambda_{\text{mittel}}$
	$I_3$	Signal von $\lambda_{\text{groß}}$
	$Q_1$	Farbsignal
	$Q_2$	Feuchtesignal

#### Patentansprüche

- Verfahren zur in-situ-Überwachung der Oberflächenfeuchte von bewegten Kaffeebohnen bei deren Rösten, wobei sich die Kaffeebohnen während des Röstens an einem Beobachtungsfenster eines Röstofens rasch vorbeibewegen und dort von einer Lichtquelle beleuchtet werden, die wenigstens zwei verschiedene infrarote Wellenlängen enthält, die beide keine

Absorption in Wasser zeigen, deren von der Kaffeebohnenoberfläche reflektierte Intensitäten kontinuierlich gemessen, der Quotient aus beiden Intensitäten zur Bestimmung des augenblicklichen Röstgrades, der in regelmäßigen Zeitabständen mit einem Farbnormal verglichen wird, verwendet wird und die Kaffeebohnen nach Erreichen des vorgegebenen Röstgrades mit einer vorgegebenen Menge Wasser befeuchtet werden, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Intensität einer weiteren von den zu röstenden, sich rasch am Beobachtungsfenster vorbeibewegenden Kaffeebohnen reflektierten infraroten Wellenlänge, die Absorption in Wasser zeigt, während des Röstens kontinuierlich gemessen wird, 5
  - der Quotient aus dieser und aus einer der reflektierten Intensitäten der in Wasser nicht absorbierten, anderen Wellenlängen zur Bestimmung der an der Kaffeebohnenoberfläche während des Röstens vorhandenen Oberflächenfeuchte benutzt wird, 10
  - nach Erreichen des vorgegebenen Röstgrades den weiterhin sich im Röstofen rasch bewegenden Kaffeebohnen in Abhängigkeit des Röstgrades und der gemessenen vorhandenen Oberflächenfeuchte Wasser zur Befeuchtung zugegeben wird, 15
  - der Quotient der Intensitäten der in Wasser eine Absorption zeigenden Wellenlänge und der einen, in Wasser keine Absorption zeigenden Wellenlänge kontinuierlich gebildet und in einem angeschlossenen Rechner zur Überwachung und Steuerung der Wasserzugabe zur Befeuchtung verwendet wird, 20
  - eine Farbänderung der bewegten Kaffeebohnen durch die Befeuchtung im Rechner korrektiv berücksichtigt wird, wodurch ein Proberösten einer Kaffeebohnen-Charge überflüssig wird. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Beobachtungsfenster auf die Stirnseite eines Lichtleiters abgebildet wird, dessen Lichtleiterfasern statistisch gemischt sind, wodurch das Bild des Beobachtungsfensters zerstört und eine mittlere Ausleuchtung über den Lichtleiterquerschnitt an seiner Austrittsseite erreicht wird. 30
  3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Beobachtungsfenster wegweisende Stirnseite des Lichtleiters auf einen Quotientenmodul abgebildet wird und das 35

dort einfallende Licht zunächst in drei räumlich getrennte Strahlen, die jeweils nur eine zu messende Wellenlänge enthalten, aufgeteilt wird, um dann jeweils eine spektral empfindliche Photodiode auszuleuchten.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einer an die drei Photodioden angeschlossenen Analogelektronik des Quotientenmoduls die Quotienten der entsprechenden Intensitäten zur Bestimmung der Röstfarbe und der Oberflächenfeuchte gebildet werden. 40
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß beide Quotienten einem Rechner zugeführt werden, von dem aus das Rösten und anschließend die Oberflächenfeuchte überwacht, gesteuert und die Wasserzugabe zur Befeuchtung berechnet wird. 45
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während der Messung des Röstgrades in regelmäßigen Zeitabständen das Farbnormal (19) in den Strahlengang eingeblendet wird, mit dem der erreichte Röstgrad verglichen wird. 50

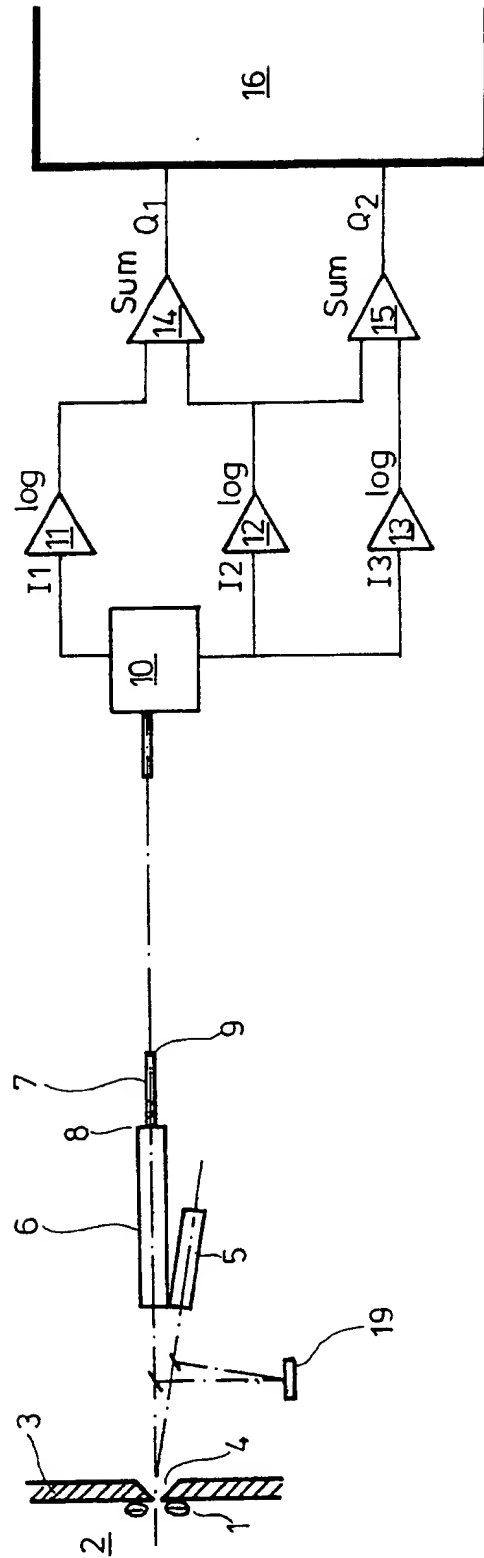


FIG.1

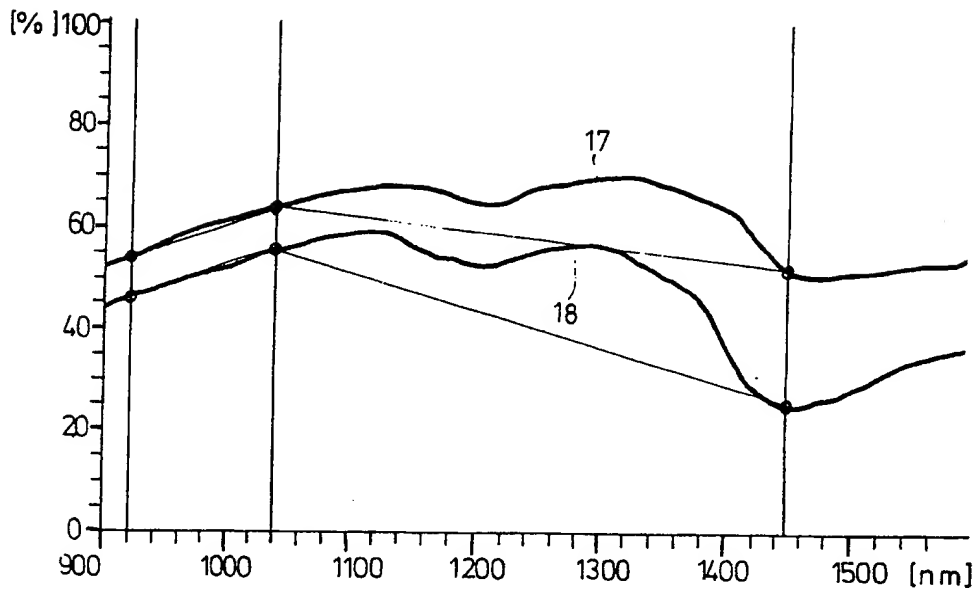


FIG. 2

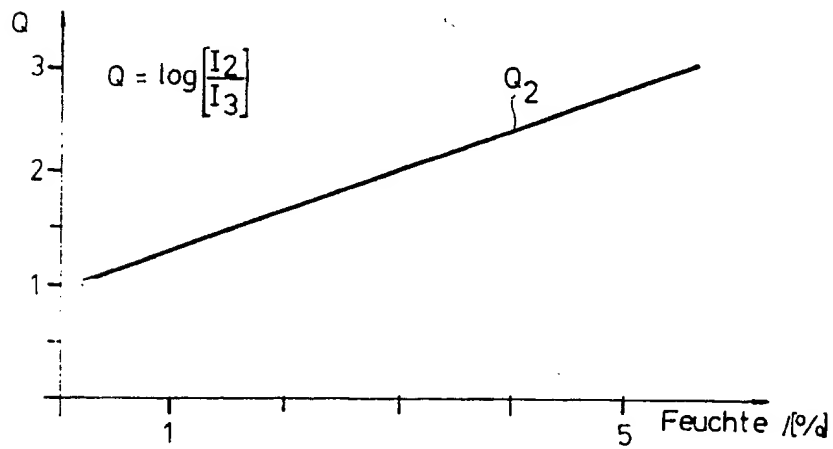


FIG. 3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 3540

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A,D	DE-C-3 720 388 (KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH) * Anspruch 1 * - - - -	1	G 01 N 21/85 G 01 N 21/31
A,D	US-A-4 097 743 (R.E. CARLSON) * Zusammenfassung * - - - -	1	
A	DE-A-3 540 751 (NEUHAUS ELECTRONIC GMBH) * Zusammenfassung * - - - -	1	
A,D	DE-A-3 601 931 (VEB WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHES ZENTRUM DER HOLZVERARBEITENDEN INDUSTRIE) * Zusammenfassung * - - - - -	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G 01 N A 23 N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Berlin		21 Juni 91	BRISON O.P.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</div> <div>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</div> <div>L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument</div> <div>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div> <div>X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet</div> <div>Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</div> <div>A: technologischer Hintergrund</div> <div>O: nichtschriftliche Offenbarung</div> <div>P: Zwischenliteratur</div> <div>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div>			